

FRESH WATER GENERATOR BY REVERSE-OSMOSIS MEMBRANE MODULE

Patent Number: JP63270592
Publication date: 1988-11-08
Inventor(s): MAJIMA ETSUYO; others: 03
Applicant(s): EBARA CORP
Requested Patent: JP63270592
Application Number: JP19870107119 19870430
Priority Number(s):
IPC Classification: C02F1/44; B01D13/00
EC Classification:
Equivalents: JP1901458C, JP6030763B

Abstract

PURPOSE: To eliminate the need for a conductometer and to facilitate the production of the title fresh water generated by a reverse-osmosis membrane by providing a central processing unit for calculating an osmotic pressure from the measured values of the flow rate, pressure, and liq. temp.

CONSTITUTION: Supply water is forced into the reverse-osmosis membrane module 18 by a water supply pump 14, and filtered into permeated water (fresh water) and concd. water (concn. brine). The concd. water is discharged through an outlet valve 28. The flow rate and pressure of the supply water at two operation points of such a fresh water generator are measured by a measuring means 20, the flow rate and temp. of the permeated water are measured by a measuring means 24, and the concd. water is measured by a measuring means 30 respectively. The measured values are inputted to the central processing unit 38 (CPU), the osmotic pressure is calculated from the measured values, and a control signal is outputted to an operation control means based on the numeric values for the calculated osmotic pressure. The operation control means is operated in response to the control signal, and the opening degree of the valves 16 and 18 respectively for supply water and concd. water or the number of revolutions of a motor 12 for the supply water pump 14 is controlled.

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-270592

⑤ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)11月8日

C 02 F 1/44
B 01 D 13/00

1 0 2

G-8014-4D
Z-8014-4D

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 逆浸透膜モジュールによる淡水化装置

⑮ 特 願 昭62-107119

⑯ 出 願 昭62(1987)4月30日

⑰ 発 明 者 真 島 悦 代 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社荏原製作所内
 ⑱ 発 明 者 谷 口 紳 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社荏原製作所内
 ㉑ 発 明 者 渡 辺 信 爾 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社荏原製作所内
 ㉒ 発 明 者 岡 崎 春 雄 神奈川県藤沢市藤沢4720番地 株式会社荏原総合研究所内
 ㉓ 出 願 人 株式会社荏原製作所 東京都大田区羽田旭町11番1号
 ㉔ 代 理 人 弁理士 高橋 敏忠 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

逆浸透膜モジュールによる淡水化装置

2. 特許請求の範囲

ポンプで圧送した供給水から逆浸透膜モジュールにより透過水を渡し分け濃縮水を出口弁から排出する淡水化装置において、供給水ポンプと、任意の2つの運転点における流量、圧力、温度を測定する測定装置と、該測定装置による測定値を用いて浸透圧を計算し、且つ計算された浸透圧の数値に基づいて制御信号を出力する中央処理装置と、該制御信号にตอบสนองして作動する運転制御手段とを備える事を特徴とする逆浸透膜モジュールによる淡水化装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は逆浸透膜モジュールによる淡水化装置に関する。

〔従来技術〕

周知の様に、逆浸透膜モジュール1による淡水

化装置2は概略第6図に示す様になっている。モータMによって駆動される供給水ポンプ3によって供給水即ち原水(例えば海水)が淡水化装置2内へ圧送され、該供給水は入口弁4を介して逆浸透膜モジュール1に送られる。モジュール1は該供給水を透過水(淡水)と濃縮水(濃塩水)とに渡し分け、濃縮水は出口弁5を介して排出される。ここで、モジュール1により渡し分けられた透過水の量は、供給水、透過水、濃縮水における所定の物理量を用いて下式によって表わされる。

$$QP = A25 \cdot F(t) \cdot \{ (PM - PP) - (\pi M - \pi P) \} \cdots (1)$$

但し、Qは流量、A25は基準温度(25℃)における透水係数Aの数値、F(t)は温度t℃におけるAの数値の温度補正係数(温度t(℃)の関数である)、Pは圧力、 π は浸透圧である(P、 π において、添字Pは透過水側における値、添字Fは供給水側における値、添字B(第6図参照)は濃縮水側における値、添字Mはモジュール内の供給水と濃縮水との平均値をそれぞれ示す。)

ここで、透過水の圧力PP及び浸透圧 πP は、

モジュールの供給水側における平均圧力 P_H 、平均浸透圧 π_H と比較して非常に小さく、無視出来るものである。従って、

$$QP = A25 \cdot F(t) \cdot (P_H - \pi_H) \cdots (2)$$

$A25$ は定数であり、且つ $F(t)$ は温度 t の関数であるので、(温度(水温) t 及びモジュール内平均浸透圧 π_H の数値が事前に求められるならば、透過水量 QP はモジュール内平均圧 P_H によって制御される旨が(2)式より理解される。

[従来技術の問題点]

上記の様に、透過水量 QP はモジュール内平均圧 P_H によって制御(或いは設定)される。

そして、淡水化装置の運転圧を調整して所望の透過水量を正確に得る為には、水温測定用の温度計に加えて、濃度を測定し浸透圧を決定する為の電導度計が必要とされていた。(尚、周知の様に浸透圧は濃度の関数であり、該濃度は電導度による計測から求まる。)

しかし、電導度計を淡水化装置に設置すれば計器類が多くなり、該装置の製造コストが高騰する。

更に電導度計の各種故障が予測され、メンテナンスが煩雑となり運転コストも増大する。電導度計を備えた場合におけるこれ等の問題は、小型ユニットタイプの淡水化装置及び可動式の淡水化装置においては特に重要な問題である。

また、逆浸透膜モジュールを流過する液(水)の組成が単一であれば該液の電導度の値から濃度、浸透圧を容易に求める事が出来るが、実際には該液は複数の組成からなる場合が殆どである。従って、複数の組成から成る液の浸透圧を求める場合には、電導度計を用いて電導度を測定するのみならず、液の組成と濃度との関係を化学的に分析して補正係数を決定し、電導度の測定値より算出した濃度に該補正係数を更に乗算すると言う操作が必要であった。この様な浸透圧の求め方は間接的であり、計器の測定誤差、補正係数自体の誤差等を防止する事が出来ず、この為に淡水化装置の的確な運転が困難であった。

[発明の目的]

本発明は上記従来技術の問題点に鑑み発明され

たもので、電導度計を必要とせずに必要透過水量を得る様に制御する事が出来る逆浸透膜モジュールによる淡水化装置を提供するのを目的としている。

[発明の原理]

本発明者は、種々の研究の結果、任意の2つの運転点における流量、圧力、温度の測定値から、淡水化装置の運転制御に必要な浸透圧を算出し得る旨を見出した。

[発明の構成]

本発明の逆浸透膜モジュールによる淡水化装置は、ポンプで圧送した供給水から逆浸透膜モジュールにより透過水を渡し分け濃縮水を出口弁から排出する淡水化装置において、供給水ポンプと、任意の2つの運転点における流量、圧力、温度を測定する測定装置と、該測定装置による測定値を用いて浸透圧を計算し、且つ計算された浸透圧の数値に基づいて制御信号を出力する中央処理装置と、該制御信号に応答して作動する運転制御手段とを備えている。

[発明の作用効果]

浸透圧は、流量、圧力、液温の測定値を用いて中央処理装置による演算処理から求められるので、電導度計を設ける必要がない。その為、逆浸透膜モジュールによる淡水化装置の製造が容易となり、またメンテナンスも容易となる。更に任意の2つの運転点における流量、圧力、温度から浸透圧が直接計算されるので、求められた浸透圧の数値の精度が非常に高く、従って淡水化装置の的確な運転が可能になるのである。

[好ましい実施の態様]

本発明を実施するにあたり、運転圧を変化させる事によって任意の運転点から他の運転点へ変動させる事が好ましい。比較的容易な操作により、運転点を変動する事が可能となるからである。

運転圧を変化させる方法としては、供給水側又は濃縮水側のバルブの開度を調整する、供給水ポンプの回転数を制御する、或いは供給水ポンプを複数台設置し、その運転台数を切り替える、等の方法が好ましい。

また、任意の2つの運転点は運転圧にして10 kg/cm以上離れているのが好ましい。

〔実施例〕

以下図面第1図～第5図を参照して本発明の実施例について説明する。

第1図において、本発明の逆浸透膜モジュールによる淡水化装置は、全体を符号10で示されている。

海水等の供給水(原水)は、モータ12により駆動される供給水ポンプ14により管路15中を圧送され、入口弁として機能する供給水側バルブ16を介して逆浸透膜モジュール18へ供給される。図中20は測定手段であり、供給水の流量 Q_F 及び圧力 P_F を測定する。(尚、供給水流量 Q_F を測定する手段をポンプ14の上流側に設け、供給水圧力 P_F を測定する手段とは別体に構成しても良い。)

該モジュール18において、供給水は透過水(淡水)と濃縮水(濃塩水)に濃し分けられる。透過水は管路22内を流れ、測定手段24が透過

水の流量 Q_P 及び温度(液温) t 即ち t_P を測定する(ここで流量 Q_P を測定する手段と温度を測定する手段は別体に形成しても良い)。一方、濃縮水は管路26内を流れ、出口弁として機能する濃縮水側バルブ28を介して排出される。その際、測定手段30が濃縮水の圧力 P_B を測定する。なお、透過水の温度を測定する代りに、供給水あるいは濃縮水の温度を測定しても良い。

ライン32、34、36は測定手段20、24、30が測定した結果を中央処理装置(CPU)38へ入力するためのものであり、ライン40、42、44はCPU38の出力ラインである。

次に第1図ないし第5図を参照して、図示の実施例の作用について説明する。

前述の(2)式において、

$$R: \text{回収率} = Q_P / Q_F,$$

$f(R)$: 回収率 R において、供給水を基準とした場合のモジュール内平均浸透圧の補正係数

(平均浸透圧補正係数; $f(R) = (2-R)/(2(1-R))$),

Φ : 逆浸透膜モジュール内の濃度分極係数(濃度

分極の割合は逆浸透膜面の流速に関連するので、 Φ は Q_M の関数となる)、

とすると、

$\pi_M = \pi_F \cdot f(R) \cdot \Phi$ となり、これを(2)式に代入すると、

$$Q_D = A \cdot 25 \cdot F(t) \{ P_M - \pi_F \cdot f(R) \cdot \Phi \} \dots (3)$$

この式(3)は、第2図に示す様にモジュール内の平均圧力即ち運転圧 P_M と透過水(流)量 Q_P との関係を表わしたものである。そして、この式から、 t 、 π_F 、 $f(R)$ の値が決定すれば、必要な透過水量 Q_D を得る為の運転圧 P_M が求まる事が理解される。($F(t)$ は温度 t の関数なので t が測定されれば自動的に決定され、また Φ は膜面流速に影響されたため、 Q_M の関数である。)

以下、供給水側の浸透圧 π_F を算出する演算処理を第3図のフローチャートを参照しつつ詳述する。

先ず、運転圧にして10 kg/cm以上相違している任意の2つの運転点を設定し(ステップS1、S3)、第1図に示す測定手段20、24、30

により該2つの運転点において、供給水量 Q_F 、透過水量 Q_P 、供給水側圧力 P_F 、濃縮水側圧力 P_B 、透過水温度(液温) t 即ち t_P がそれぞれ測定される(ステップS2、S4)。尚、それぞれの運転点を区別する為、上記の測定値には、以下添字1、2を付して示す。

次に

$$R1 = Q_{P1} / Q_{F1}, R2 = Q_{P2} / Q_{F2},$$

なる式によって回収率を算出し、そして該回収率 $R1$ 、 $R2$ から

$$f(R1) = \frac{2-R1}{2(1-R1)} = \frac{2Q_{F1}-Q_{P1}}{2(Q_{F1}-Q_{P1})} \dots (4)$$

$$f(R2) = \frac{2-R2}{2(1-R2)} = \frac{2Q_{F2}-Q_{P2}}{2(Q_{F2}-Q_{P2})} \dots (5)$$

なる式に基づいて平均浸透圧補正係数 $f(R1)$ 、 $f(R2)$ を算出する。

モジュール内平均圧力 P_M は、供給水側圧力 P_F と濃縮水側圧力 P_B の単純平均で近似的に表わ

されるので、

$$PM1 = (PF1 + PB1) / 2 \dots (6)$$

$$PM2 = (PF2 + PB2) / 2 \dots (7)$$

となる。

任意の2つの運転点における各測定値を式(3)

に代入すると

$$QP1 = A25 \cdot F(t1) \{PM1 - \pi f \cdot f(R1) \cdot \Phi\} \dots (8)$$

$$QP2 = A25 \cdot F(t2) \{PM2 - \pi f \cdot f(R2) \cdot \Phi\} \dots (9)$$

(8)式、(9)式をそれぞれ $F(t1)$ 、 $F(t2)$ で割ると

$$QP1 / F(t1) = A25 \cdot \{PM1 - \pi f \cdot f(R1) \cdot \Phi\} \dots (10)$$

$$QP2 / F(t2) = A25 \cdot \{PM2 - \pi f \cdot f(R2) \cdot \Phi\} \dots (11)$$

ここで、(11)式を(10)式で除算すれば、

$$\frac{QP2}{F(t2)} \bigg/ \frac{QP1}{F(t1)} = \frac{PM2 - \pi f \cdot f(R2) \cdot \Phi}{PM1 - \pi f \cdot f(R1) \cdot \Phi} \dots (12)$$

(12)式を πf について解けば

の数値を代入して $A25$ を求める(ステップS7)。尚、(11)式を $A25$ について解き、運転点2における各種測定値を代入しても $A25$ が求まる。

(3)式を PM について解くと、

$$PM = \frac{QP}{A25 \cdot F(t)} + \pi f \cdot f(R) \cdot \Phi \dots (15)$$

となる。(15)式左辺において、 $f(R)$ は式(4)、(5)の様な数式を用いて決定され、 $F(t)$ 、 Φ は既に求められており(ステップS5)、そして πf はステップS6により、 $A25$ はステップS7によってそれぞれ計算されている。従って、必要とする透過水量 QP を設定して(15)式に代入すれば、透過水量 QP を得るに必要な逆浸透膜モジュール内平均圧力 PM が決定される(ステップS8)。

必要なモジュール内平均圧力 PM を生ずる供給水ポンプ運転圧 PF を求める態様は以下の通りである。

平均流量 QH は

$$\pi f = \frac{\frac{QP2 \cdot F(t1)}{QP1 \cdot F(t2)} \cdot \{ (PF1 + PB1) - (PF2 + PB2) \}}{2 \Phi \cdot \left\{ \frac{QP2 \cdot F(t1)}{QP1 \cdot F(t2)} \cdot \frac{2(QF1 - QP1)}{2(QF1 - QP1)} + \frac{2(QF2 - QP2)}{2(QF2 - QP2)} \right\}} \dots (13)$$

となる。

上述した様に、 $F(t1)$ 、 $F(t2)$ は温度 $t1$ 、 $t2$ が測定されたならば自動的に決定する数値であり、そして、 Φ は膜面流速に影響されるため Qn の関数であり、容易に決定する事が出来る(ステップS5)。従って、これ等の数値と測定値 $QF1$ 、 $QF2$ 、 $QP1$ 、 $QP2$ 、 $PF1$ 、 $PF2$ 、 $PB1$ 、 $PB2$ を(13)式に代入すれば πf の値が計算される(ステップS6)。次に(10)式を $A25$ について解くと

$$A25 = QP1 / [F(t1) \{PM1 - \pi f \cdot f(R1) \cdot \Phi\}] \dots (14)$$

となる。(14)式に運転点1におけるそれぞれ

$$QH = (QF + QB) / 2 = \frac{2 - R}{2R} QP \dots (16)$$

であり、また平均圧力差 ΔP は

$$\Delta P = PF - PB = 2(PF - PM) \dots (17)$$

と表わされるので、

$$PF = (\Delta P / 2) + PM \dots (18)$$

となる。 QH と ΔP との関係は第4図に示す様に2次関数的な関係にある。必要とする透過水量 QP を(16)式に代入して対応する平均流量 QH を求め、第4図により該平均流量 QH に対応する平均圧力差 ΔP を求める。この ΔP を(18)式に代入し、且つ(15)式を用いて求めた必要な平均圧力 PM を(18)式に代入すれば、必要な供給水ポンプ運転圧 PF が求まる(ステップS9)。

この様にして、必要とする透過水量 QP に対応する供給水量 QF と供給水ポンプ運転圧 PF とが決定されたので、ポンプの運転点が決定される。そして、この運転点で淡水化装置を稼働させるべ

くCPU38の出力信号が運転制御手段に伝送されるのである(ステップS10)。

次に運転制御手段について説明する。

CPU38における演算処理によって求められた運転点で淡水化装置を移動するために制御される物理量は、第1図の実施例においては、供給水側バルブ16の開度、濃縮水側バルブ28の開度、或いはモータ12の回転数の何れかである。バルブ16の開度を制御する場合は、CPU38の出力信号はライン40を介してバルブ16の開度調整手段46に伝送され、該開度調整手段46がバルブ16の開度を適当な量に調整する。バルブ28の開度を調整する場合は、出力信号がライン42を介して開度調整手段48へ付加される。

更に、モータ12の回転数を制御する場合には、CPU38の出力がライン44を介して回転数調整手段45へ付加され、電氣的(例えばインバータ)あるいは機械的減速機(例えばサイクロ減速機)などによりモータは適当な回転数に調整される。制御の態様としてはその他にも考えられ、例

えば、図示はしていないが、複数の供給水ポンプを設置し、CPU38の出力に対応してそれぞれのポンプを駆動或いは停止させる事により、駆動ポンプの台数を変化させて必要な制御を行う事が出来る。

尚、任意の2つの運転点を設定するのは、供給水ポンプの運転圧Pfを変動させる事によるのが比較的容易であって好ましい。具体的には第5図に示す様に、

(1) 供給水側バルブ或いは濃縮水側バルブの開度を調整する(第5A図)、

(2) 供給水ポンプの回転数、即ち、駆動モータの回転数を制御する(第5B図)、

(3) 駆動ポンプの台数を制御する(第5C図)、

等の態様が考えられる。

本実施例においては、供給水量Qf及び透過水量Qpが測定されたが、実際には供給水量Qf、透過水量Qp、濃縮水量Qbのうち2つの流量(水量)を任意に選択して測定すれば良い。

$Qf = Qp + Qb$ の関係から残りの1つが直ちに求まるからである。

[まとめ]

以上説明した様に、本発明によれば、逆浸透膜モジュールによる淡水化装置の運転制御に必要な浸透圧の値が、電導度計を用いる事なく演算により求められるので、装置の製造コスト、メンテナンスに要するコスト等を減少する事が出来、故障等も少なくなる。また、電導度計を用いた場合に生ずる様な測定誤差が無くなる。これ等の特徴により、的確な制御運転が達成されるのである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例を示すブロック図、第2図はモジュール内平均圧力と透過水量との関係を示す図、第3図はCPUにおける演算処理を説明するフローチャートを示す図、第4図は平均流量と平均圧力差との関係を示す図、第5A図はバルブ開度を調整して制御した場合の運転特性を示す図、第5B図はポンプ回転数を制御した場合の運転特性を示す図、第5C図はポンプの駆動台数

を変えて制御した場合の運転特性を示す図、第6図は従来技術を示す図である。

1、18・・・逆浸透膜モジュール 2、10・・・逆浸透膜モジュールによる淡水化装置
3、14・・・供給水ポンプ 12・・・モータ
16・・・供給水側バルブ 20、24、30・・・測定手段 28・・・濃縮水側バルブ
38・・・中央処理装置(CPU)

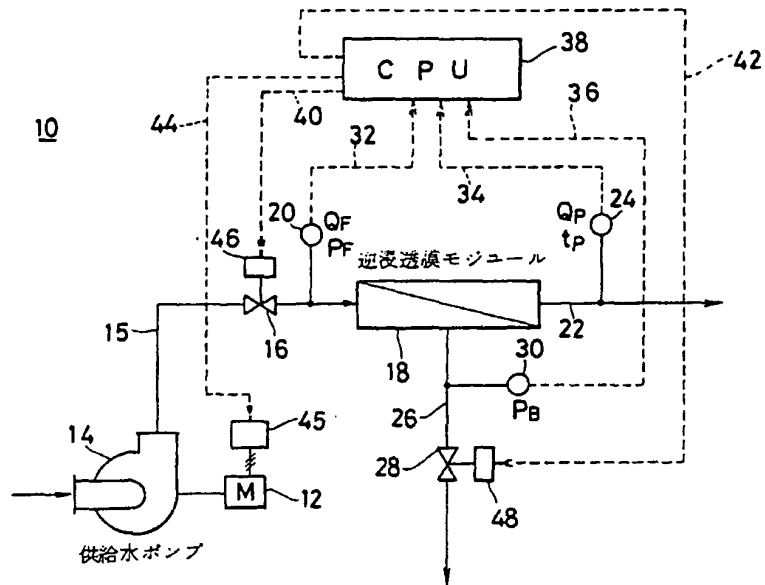
特許出願人 株式会社荏原製作所

代理人 井理士 高橋敏忠

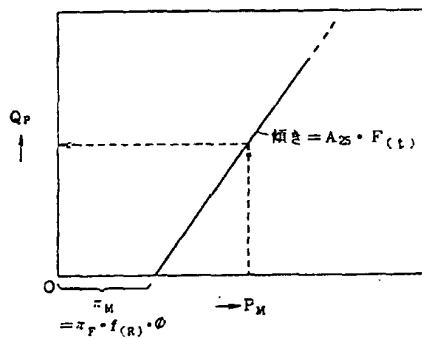
高橋敏邦



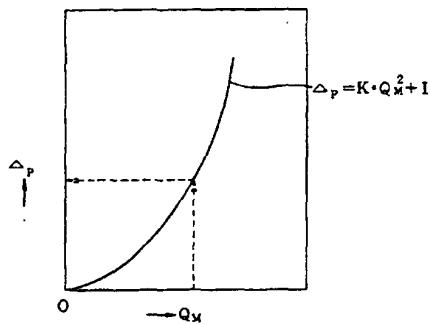
第 1 図



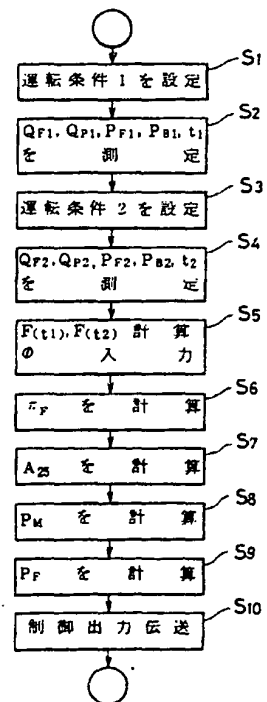
第 2 図



第 4 図

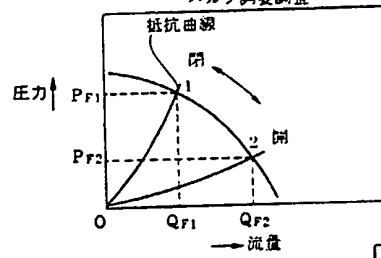


第 3 図



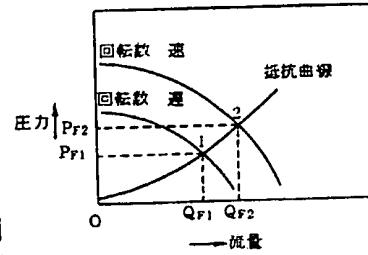
第5A図

バルブ開度調整



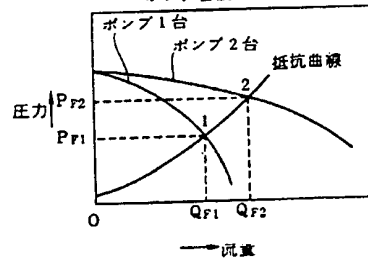
第5B図

ポンプ回転数制御



第5C図

ポンプ台数制御



第6図

